



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

## Chování osob v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

**Autor:** Libuše Skoková

**Vedoucí práce:** Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „*Chování osob v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín*“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 3.5.2017

.....

*podpis*

# **Chování osob v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín**

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá režimovými opatřeními radiační ochrany při práci v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín, a to především používáním osobních ochranných pracovních pomůcek. V teoretické části práce je uveden popis režimových opatření pro práci v kontrolovaném pásmu, používaných základních i doplňkových ochranných pracovních pomůcek, postup vstupu do kontrolovaného pásma a výstupu z kontrolovaného pásma a popis záchytných bariér, na kterých se provádí měření povrchové kontaminace. Součástí je také popis systému optimalizace dávek pracovníků a principů, které se používají k zajištění této optimalizace v praxi. V práci jsou uvedena podrobná pravidla pro použití ochranných pracovních pomůcek vzhledem ke konkrétním pracovním podmínkám a radiační situaci. Hlavní výzkumnou částí práce jsou přehledy průchodů osob přes hranice kontrolovaného pásma a přehledy případů záchytu osob v měřicích přístrojích z důvodu kontaminace. Tyto údaje jsou zpracované do tabulkové a grafické formy a uspořádány tak, aby byly zřejmé souvislosti mezi použitím osobních ochranných pomůcek a kontaminací pracovníků.

Cílem této práce bylo zjistit, zda jsou režimová opatření radiační ochrany důsledně dodržována a zda je potřeba navrhnout nějakých změn pro jejich zlepšení. Pro toto zjištění byly použity veškeré informace o provozu kontrolovaného pásma, dostupné legislativní zdroje, údaje ze systému elektronické osobní dozimetrie a jednotného systému sledování neshod událostí.

Klíčovými zjištěními jsou údaje o počtech případů odstranění kontaminace těla s použitím lékařských postupů a o počtech případů vnitřní kontaminace osob. Lékařské zákroky byly nutné pouze ojedinele, v roce 2016 se jednalo o 2 zákroky, v předchozích 5 letech nedošlo k žádnému případu. K vnitřní kontaminaci osoby nedošlo v žádném případě za celou dobu provozu kontrolovaného pásma Jaderné elektrárny Temelín.

Po zhodnocení všech údajů je zřejmé, že režimová opatření radiační ochrany v Jaderné elektrárně Temelín jsou dostačující a není třeba žádných změn.

**Klíčová slova:** kontrolované pásmo, povrchová kontaminace, osobní ochranné pracovní pomůcky.

# **Personnels Behaviour in Temelín Nuclear Power Plant Radiation Controlled Area**

## **Abstract**

My bachelor's work aims at measures and conventions of radiation protection of persons working in Temelín nuclear power plant radiation controlled area, mainly at using of personal work protective aids. The theoretical part gives description of measures and conventions for work in radiation controlled area and for usage of basic also special work protective aids, next of procedure for enter into/exit out from radiation controlled area, and description of barriers with measuring devices, where is carried out check of persons also clothing's surface contamination. Contains also description of personal doses optimalization system and of tools, used for implementation into practice. Detailed description of rules for usage of work protective aids, according to specific work conditions and radiation conditions, is included in this bachelor's work. The main research part of this work are summaries of records about persons crossings of persons radiation controlled area borders, and about events of catching persons in measuring devices due to contamination. This summaries are processed into tables and graphs form and arranged so, that relationships between protective aids usage and contamination of workers are obvious.

The aim of my work was to establish, whether presently applied rules of radiation protection are followed consistently and if there is a necessity for changes and improvement. For this finding were used all information about controlled area traffic, accessible legislation, statistical data from electronical personal dosimetry system and from electronical nearmiss, events and incidents database.

The key findings are data and records about cases, when was necessary to dispose contamination of body surface by medical intervention. and about cases of body internal contamination. Medical interventions were necessary only rare, in

year 2016 two times, during previous five years not once. There was not one case of body internal contamination throughout the whole time of Temelín nuclear power plant radiation controlled area operation.

After evaluation of all the data, there is obvious, that measures and conventions of radiation protection, applied in Temelín nuclear power plant, are sufficient a there is no necessity of changes.

**Keywords:** radiation controlled area, surface contamination, personal work protective aids.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala paní Mgr. Renatě Havránkové, Ph. D. za odborné vedení a cenné rady při tvorbě mé práce.

## **OBSAH**

ÚVOD .....	10
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1.1 Radiační ochrana v kontrolovaném pásmu.....	16
1.1.1 Optimalizace radiační ochrany.....	16
1.1.2 Ochrana časem .....	16
1.1.3 Ochrana vzdáleností.....	17
1.1.4 Ochrana stíněním .....	17
1.1.5 Ochrana opatřeními proti šíření kontaminace .....	18
1.2 Chování pracovníků v kontrolovaném pásmu .....	18
1.3 Systém elektronické osobní dozimetrie (SEOD).....	20
1.4 Osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP) .....	21
1.4.1 Základní OOPP .....	22
1.4.2 Doplnkové OOPP.....	23
1.4.3 Obecné charakteristiky doplňkových OOPP.....	24
1.5 Měření kontaminace OOPP a těla na bariérách v kontrolovaném pásmu .....	27
1.5.1 Měření rukou a nohou před kontejnmentem .....	28
1.5.2 Měření těla v portálu před centrální dozornou radiační kontroly.....	29
1.5.3 Měření těla na výstupu z nečisté šatny – na hranici kontrolovaného pásma 30	
2 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	31
3 METODIKA.....	32
4 VÝSLEDKY .....	33
4.1 Analýza použití OOPP.....	33
4.1 Záchyty kontaminace na bariérách v kontrolovaném pásmu .....	34
4.2 Speciální dekontaminace osob – lékařské ošetření.....	36



4.3	Vnitřní kontaminace osob.....	37
5	DISKUSE .....	38
5.1	Analýza použití OOPP .....	38
5.2	Záchyty kontaminace na bariérách v kontrolovaném pásmu .....	39
5.3	Speciální dekontaminace osob – lékařské ošetření.....	40
5.4	Vnitřní kontaminace osob.....	40
5.5	Případy porušení zásad při použití OOPP .....	40
5.6	Nápravná opatření .....	44
5.7	Odpovědi na výzkumné otázky .....	45
6	ZÁVĚR.....	46
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	47
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	50
9	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	51
10	SEZNAM PŘÍLOH .....	53
	PŘÍLOHY.....	54

## ÚVOD

Jaderná elektrárna Temelín vyrábí elektřinu ve dvou výrobních blocích s tlakovodními reaktory VVER 1000 typu V320. Je jedinečná tím, že původní robustní ruský technologický design je zkombinován s řídicím a monitorovacím systémem západní (americké) provenience, který je mnohem citlivější a spolehlivější, než původní ruské systémy. 1. výrobní blok byl spuštěn v roce 2000, 2. výrobní blok v roce 2002 a po ukončení zkušebního provozu se temelínská elektrárna s instalovaným elektrickým výkonem 2 000 MW stala největším energetickým zdrojem České republiky. Zprovoznění jaderné elektrárny Temelín, jakožto významného energetického zdroje, umožnilo řešit nedostatek elektrické energie i obtížnou ekologickou situaci v severních Čechách, neboť elektrárna Temelín umožnila nahradit již zastaralé a postupně odstavované bloky uhelných elektráren. Zrození a poté provoz této elektrárny sleduji od samého začátku. Pracuji zde již sedmnáctým rokem a tato problematika mě velice zajímá, obzvláště pak provoz v kontrolovaném pásmu a s ním spojená radiační ochrana. Svou práci jsem tedy zaměřila na režimová opatření radiační ochrany.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

Pro zajištění požadavků na ochranu osob a pracovníků v kontrolovaném pásmu (KP) před nežádoucí kontaminací radioaktivními látkami a nadlimitním ozářením, je důležité dodržování režimových opatření radiační ochrany. Radiační ochrana přitom „*má za úkol ochránit člověka a životní prostředí před účinky ionizujícího záření*“ (Urbančík, 2015). Základním opatřením je používání ochranných pracovních pomůcek, dodržování časového limitu při pobytu na pracovišti z důvodu radiace, používání stínících materiálů a zodpovědné chování pracovníků. Provozování kontrolovaného pásma v Jaderné elektrárně Temelín je zajištěno tak, aby byly splněny standardizované požadavky stanovené mezinárodní legislativou. Kontrolovaná pásma jsou stanovena a definována legislativou rady Euratom a povinností členských států je zajistit tyto minimální požadavky (Euratom, 2013, § 37).

- a) *Kontrolované pásmo musí být vymezeno a vstupovat do něj mohou pouze osoby, které byly řádně poučeny, přičemž vstup do tohoto pásma se kontroluje v souladu s písemnými postupy stanovenými provozovatelem. V případě významného rizika šíření kontaminace se přijímají zvláštní opatření, včetně opatření pro vstup a výstup osob a zboží a pro monitorování kontaminace v kontrolovaném pásmu a případně v přilehlém pásmu.*
- b) *S přihlédnutím k povaze a rozsahu radiologických rizik v kontrolovaném pásmu je radiologický dohled nad pracovištěm organizován v souladu s ustanoveními článku 39.*
- c) *Musí být vyvěšeny tabulky uvádějící typ pásma, povahu zdrojů záření a rizika s nimi spojená.*
- d) *Musí být vypracovány pracovní pokyny přiměřené radiologickému riziku spojenému se zdroji záření a vykonávanými činnostmi.*
- e) *Pracovník musí projít zvláštní odbornou přípravou související s charakteristikami pracoviště a příslušnými činnostmi.*
- f) *Pracovník musí být vybaven vhodnými osobními ochrannými prostředky.*

Definice kontrolovaného pásma uvádí také ICRP (International Commission on Radiological Protection): Controlled area is „*A defined area in which specific protection measures and safety provisions are, or could be, required for controlling normal exposures or preventing the spread of contamination during normal working conditions, and preventing or limiting the extent of potential exposures.*“ (ICRP, 2007). České znění: „Kontrolované pásmo je vymezený prostor, ve kterém jsou zavedena specifická bezpečnostní pravidla a ochranná opatření pro usměrňování pracovního ozáření osob, proti šíření kontaminace za normálních provozních podmínek a pro prevenci nebo omezení potenciálního ozáření.“

Na Jaderné elektrárně Temelín je vymezeno kontrolované pásmo podle zákona č. 263/2016 Sb., § 73, odst. 1. Jedná o pracoviště se zdrojem ionizujícího záření, kde „*lze předpokládat, že by efektivní dávka mohla být vyšší než 6 mSv ročně nebo že by ekvivalentní dávka mohla být vyšší než tři desetiny limitu pro radiačního pracovníka pro kůži anebo končetiny nebo 15 mSv pro oční čočku.*“

Provozovatelem Jaderné elektrárny Temelín je subjekt ČEZ, a. s., který je držitelem povolení podle zákona č. 263/2016 Sb., § 9, odst. 2, písm. b) a f), a je proto povinen vymežit kontrolované pásmo, dokumentovat jeho provoz a zajistit radiační ochranu fyzické osoby do něj vstupující. Podle § 19, odst. 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, je kontrolované pásmo na Jaderné elektrárně Temelín zařazeno jako pracoviště IV. kategorie, protože je vymezeno na pracovišti „*s jaderným zařízením*“ (vyhláška č. 422/2016 Sb., § 19, odst. 4, písm. a) a na pracovišti „*s úložištěm radioaktivního odpadu, které není jaderným zařízením.*“ (vyhláška č. 422/2016 Sb., § 19, odst. 4, písm. b).

Hlavními stavebními objekty, ve kterých je vymezeno kontrolované pásmo, jsou budovy reaktoru – výrobní blok HVB1 a HVB2, budova aktivních pomocných provozů BAPP01, BAPP02, BAPP03 a sklad vyhořelého jaderného paliva SVJP. Provozování kontrolovaného pásma v Jaderné elektrárně Temelín je

zajištěno tak, aby byly splněny standardizované požadavky stanovené mezinárodní legislativou.

V kontrolovaném pásmu Jaderné elektrárny Temelín jsou na práci zařazováni radiační pracovníci kategorie A podle § 20, odst. 2, písm. a, b, c, vyhlášky č. 422/2016 Sb. „*Radiačním pracovníkem kategorie A je radiační pracovník, který by mohl obdržet: a) efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně, b) ekvivalentní dávku vyšší než 15 mSv na oční čočku, nebo c) ekvivalentní dávku vyšší než 3/10 limitu ozáření pro kůži a končetiny.*“

Limity přitom rozumíme závazné kvantitativní ukazatele ozáření (Beneš a Novotná, 1998). Jiné osoby, než radiační pracovníci kategorie A, mohou v kontrolovaném pásmu pracovat zcela výjimečně za účelem provedení nezbytně nutné a nepravidelné činnosti, a to pod dohledem zajišťujícím naplnění podmínek vstupu a pouze na základě mimořádného povolení vstupu dokontrolovaného pásma. Útvar radiační ochrany omezuje jejich ozáření pomocí směrných hodnot (ČEZ, a. s., 2015a).

ČEZ, a. s. je povinna aplikovat pravidla a režimy pro pobyt osob v kontrolovaných pásmech. Tato povinnost je ustanovena např. v mezinárodním doporučení organizace IAEA: „*Registrants and licensees shall: establish occupational protection and safety measures, including local rules and procedures that are appropriate for controlled areas*“ (IAEA, 1999). České znění: „*Provozovatelé kontrolovaných pásem a držitelé povolení mají povinnost: zavádět bezpečnostní opatření na ochranu osob, která jsou tvořena režimy a postupy specifickými pro konkrétně vymezená kontrolovaná pásma.*“

Do kontrolovaného pásma Jaderné elektrárny Temelín proto nesmí vstupovat těhotné a kojící ženy, osoby mladší 18 let a radiační pracovníci, kteří vyčerpali stanovený základní limit ozáření (vyhláška č. 422/2016 Sb.; ČEZ, a. s., 2015a).

Kontrolované pásmo je ohraničený prostor, který slouží jako bariéra proti vnesení radioaktivní kontaminace do prostředí a ve kterém se používají speciální opatření a režimy proti ozáření a kontaminaci pracovníků (vyhláška č. 422/2016 Sb.; ČEZ, a. s., 2014a).

Vstup do kontrolovaného pásma a výstup z něj je řízený – na výstupu z kontrolovaného pásma se měří radioaktivní kontaminace osob i veškerého vynášeného materiálu. Uvnitř kontrolovaného pásma se měří radioaktivní záření v místnostech a na technologii, radioaktivní kontaminace a radioaktivita ve vzduchu. V kontrolovaném pásmu se předpokládá, že osoby přijdou do styku s radioaktivním zářením a kontaminací – proto uvnitř kontrolovaného pásma platí speciální ochranné režimy – speciální oděvy, osobní dozimetry, ochranné pomůcky proti kontaminaci, regulace vstupu do místností s aktivní technologií.

Kontrolované pásmo je vymezeno zdmi, hygienickými smyčkami (vstupy a výstupy v šatnách) a dveřmi (ČEZ, a. s., 2016a). Obr. 1 ukazuje, jak jsou dveře, technologické a nouzové východy zvenku označeny symbolem radiačního nebezpečí. Obr. 2 značí hranice kontrolovaného pásma.



*Obr. 1 – Znak radiačního nebezpečí na hraničních dveřích kontrolovaného pásma (ČEZ, a. s., 2016a)*

**HRANICE KONTROLOVANÉHO PÁSMÁ**

*Obr. 2 – Nápis na hraničních dveřích kontrolovaného pásma (ČEZ, a. s., 2016a)*

Místnosti v kontrolovaném pásmu jsou rozděleny podle radiační situace, tedy podle dávkového příkonu a jsou označeny barevnými terči (obr. 3). Pod pojmem dávkový příkon se rozumí součet dávkového příkonu gama a neutronů, tedy tam, kde se neutrony vyskytují – sklad vyhořelého jaderného paliva, kontejnment za provozu bloku, místnost ionizačních komor A336 (ČEZ, a. s., 2016a).



*Obr. 3 – Barevné značky na hraničních dveřích kontrolovaného pásma s rozlišením radiační situace – dávkového příkonu (ČEZ, a. s., 2016a)*

## **1.1 Radiační ochrana v kontrolovaném pásmu**

Radiační ochranou v širším slova smyslu se rozumí „*systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzické osoby a k ochraně životního prostředí před účinky ionizujícího záření.*“ (zákon č. 263/2016 Sb., § 2, odst. 2, písm. g).

### **1.1.1 Optimalizace radiační ochrany**

Cílem radiační ochrany je zajistit, aby velikost individuálních dávek, počet ozářených osob a pravděpodobnost ozáření tam, kde není prakticky jisté, že k němu dojde, byly tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při respektování hospodářských a sociálních hledisek (Klener, 2000). Výše uvedené se souhrnně nazývá principem ALARA (zkratka anglických slov *As Low As Reasonably Achievable* – tak nízkou, jak lze rozumně dosáhnout) neboli optimalizace. Zjednodušeně se jedná o to, že každé ozáření je rizikem, kterému je nutno čelit použitím ochranných opatření. Ochranná opatření se však musí „vyplatit“, tzn., že nelze utratit horentní sumy za nepatrné snížení dávek – zkrátka, cena ochranných opatření a míra jejich účinku – tj. snížení dávek – musí být v určité rovnováze. Samozřejmě se přitom nesmí u žádného pracovníka překročit roční limit dávky, který také určuje legislativa. Udržení této rovnováhy je složitým procesem a k jeho plnění zřizuje každá jaderná elektrárna na světě specializované odborné útvary. Pro představu jsou dále uvedeny obecně platné a snadno zapamatovatelné způsoby optimalizace v praxi (Ullman, 2009).

### **1.1.2 Ochrana časem**

Prvním pravidlem praktických opatření radiační ochrany je ochrana časem. Obecně platí, že čím kratší pobyt v prostoru s radiací, tím je menší dávka. S tím souvisí omezení a zbytečné zdržování se v těch částech pracoviště, kde je radiace. Doporučuje se provádět přípravné práce mimo zdroj radiace (náradí rozbalit přede dveřmi do místnosti, sejmutou část armatury vynést ven a dále na ní pracovat



mimo prostor s radiací). Spolehlivé je i střídání pracovníků, to znamená, že je vždy lepší, když větší počet osob čerpá menší dávku než naopak. Při pobytu v kontrolovaném pásmu má každý pracovník nastavený limit dávky na elektronickém dozimetru a pobyt je omezen tak, aby tento limit nebyl překročen (Klener, 2000).

### **1.1.3 Ochrana vzdáleností**

Druhým praktickým opatřením radiační ochrany je ochrana vzdáleností. Pracovníci provádějí přípravné práce co nejdále od zdroje radiace a používají při práci manipulátory (pinzety, kleště, manipulátory) pro zvětšení vzdálenosti od zdroje ionizujícího záření. Prodlevy a přestávky v práci tráví pracovníci v místech radiačně bezpečných (Klener, 2000).

### **1.1.4 Ochrana stíněním**

Použitím stínících prostředků docílíme snížení dávkového příkonu. Toto je další způsob opatření radiační ochrany. Čím těžší materiál (čím větší hustota), tím lepší stínící účinek. Druh materiálu k odstínění záření se použije podle toho, které záření chceme odstínit. Nejpraktičtějším materiálem na jaderné elektrárně je však voda, která se používá pro naplnění technologie, například nádrží, filtrů, výměníků. Ocel a olovo se hodí pouze pro stínění záření gama. Specifickým případem je stínění neutronového záření, se kterým se lze setkat za provozu reaktoru a při práci s vyhořelým jaderným palivem. Stínění proti neutronům musí sestávat ze tří vrstev. Nejdříve lehký materiál bohatý na vodík, který zpomalí rychlé neutrony. Druhá vrstva je z kadmia nebo bóru, která je pro záchyt neutronů. Jako třetí vrstva se používá olovo na odstínění gama záření. (Klener, 2000).

### ***1.1.5 Ochrana opatřeními proti šíření kontaminace***

Aby nedocházelo k šíření kontaminace, je nutné odstranění radioaktivních látek z pracoviště nebo použití prostředků, které zabraňují šíření radioaktivních látek. Základním opatřením je použití ochranných osobních pracovních pomůcek (OOPP), jako jsou kombinéza, rukavice, návleky, které brání proniknutí kontaminace na tělo. Mezi další opatření patří zakrytí nebo obalení kontaminovaného zařízení, vytvoření sanitárního uzlu. Sanitární uzel je ohraničený prostor s řízeným vstupem a výstupem a s přísnějším režimem (ČEZ, a. s., 2014a). Provádí se očištění a dekontaminace zařízení a podlah před započítím práce a zachycování odpadu při řezání nebo broušení. To je velmi důležité, protože drobné kontaminované částice může pracovník vdechnout (Klener, 2000).

### **1.2 Chování pracovníků v kontrolovaném pásmu**

Jak již bylo řečeno, pravidla chování a hygieny v kontrolovaném pásmu slouží pro ochranu zdraví pracovníků. Cílem všech níže uvedených pravidel je zabránit zbytečnému prodlévání osob v prostoru s radiací, zabránit kontaminaci povrchu těla a především zabránit vnitřnímu ozáření. Vnitřním ozářením se zde rozumí situace, kdy je živý organismus ozařován ionizujícím zářením, vysílaným radionuklidy, přítomnými v organismu (Šáro a Tölgyessy, 1985; Hála, 1998; Klener, 2000).

Všechny osoby v kontrolovaném pásmu HVB, BAPP jsou povinny dodržovat stanovené zásady (ČEZ, a. s., 2016a):

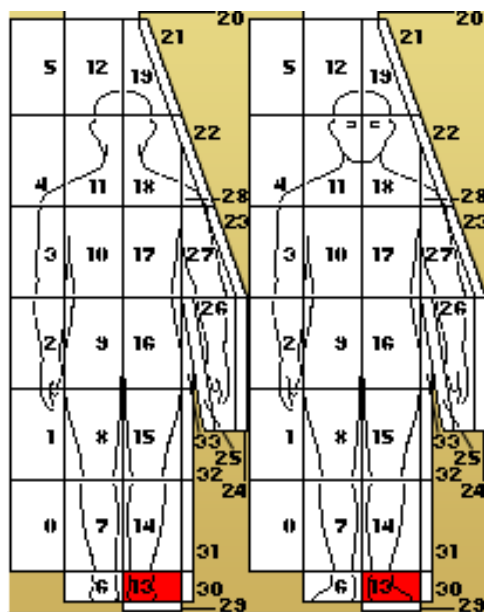
- Všichni musí používat pracovní prostředky, osobní ochranné pracovní pomůcky, měřicí přístroje, prostředky oddělení dozimetrické kontroly (ODK), a to předepsaným způsobem a pouze pro určenou činnost a v určených prostorech.

- Každý je povinen oznamovat nadřízenému pracovníkovi, závodnímu lékaři a útvaru ODK změnu zdravotní způsobilosti pro práci se zdroji ionizujícího záření.
- Vstupovat a vystupovat z kontrolovaného pásma se smí pouze určenými vstupy a výstupy.
- V kontrolovaném pásmu se nesmí používat kosmetické přípravky, konzumovat potraviny (včetně žvýkaček a bonbonů), nesmí se zde kouřit ani pít (pít je povoleno pouze na vyhrazených místech).
- Ten, kdo má nějaké třeba sebemenší otevřené poranění, oděrky nebo popáleninu, do kontrolovaného pásma vstoupit nesmí.
- Pro pobyt a práci v kontrolovaném pásmu je určený oděv žluté barvy, ve kterém se nesmí vycházet ven z kontrolovaného pásma.
- V kontrolovaném pásmu se používají papírové kapesníky, které dostane každá osoba na vyžádání u okénka centrální dozorní radiační kontroly.
- V kontrolovaném pásmu je zakázáno vstupovat do jiných než určených prostorů, dotýkat se bezdůvodně předmětů, stěn, povrchů, zařízení a osob, nesmí se sem vnášet předměty, které nesouvisí s pracovní činností, a nevynášet předměty bez dozimetrické kontroly.
- Stejně tak je zakázáno používat nouzové východy, vylévat do WC, umývadel a výlevek jakékoli kapaliny, které mají původ v kontrolovaném pásmu.
- Vzniklé odpady se smí odkládat pouze na určená místa.
- Každý pracovník, který vstupuje do kontrolovaného pásma, se musí na centrální dozorní radiační kontroly informovat o radiační situaci v místě pobytu nebo výkonu práce, vzít si elektronický osobní dozimetr, případně použít doplňkové dozimetry a přihlásit se do systému elektronické osobní dozimetrie.
- Dojde-li k poruše elektronického přídavného dozimetru, je třeba ukončit činnost a informovat centrální dozorní radiační kontroly.

### 1.3 Systém elektronické osobní dozimetrie (SEOD)

Systém SEOD je komplexní elektronický systém, který zaznamenává vstupy osob do kontrolovaného pásma, výstupy osob z kontrolovaného pásma, délky pobytů v kontrolovaném pásmu, jména osob, typy prováděných prací (podle číselných kódů zadávaných při vstupu), čísla a názvy R–příkazů, typy a čísla použitých elektronických dozimetrů, dávky na jednotlivé pobyty a další informace o osobách (například zda je osoba dohlížejícím nebo přímo řídicím pracovníkem). Do systému SEOD se dále sbírají údaje o měření osob na monitorech kontaminace, a to jak uvnitř kontrolovaného pásma, tak na hranicích kontrolovaného pásma (portálové monitory PCM–2). Do SEOD se ukládají záznamy o časech měření, jména osob, naměřené hodnoty kontaminace. Přihlášení osob do systému probíhá při vstupu do kontrolovaného pásma, kdy si každý pracovník musí v terminálu SEOD aktivovat čárovým kódem na své osobní identifikační kartě elektronický dozimetr, zadat kód objektu, kam jde pracovat, kód zařízení a nakonec kód činnosti a číslo R–příkazu. Monitory SKRN (systém kontroly–ruce–nohy) pro měření kontaminace rukou a nohou uvnitř kontrolovaného pásma a monitory PCM–2 pro měření kontaminace těla aktivuje pracovník také čárovým kódem na své identifikační kartě, takže každé provedené měření je v databázi přiřazeno konkrétní osobě a konkrétnímu času a v databázi lze dohledat libovolný údaj v historii (ČEZ, a. s., 2016a).

Při překročení referenční úrovně portálový monitor PCM–2 uloží do SEOD záznam o kontaminaci včetně zobrazení části těla, na které byla kontaminace detekována. Na obr. 4 je červeně zvýrazněna kontaminovaná část, a to levá bota (ČEZ, a. s., 2016d).



Obr. 4 – Záznam kontaminace osoby v portálovém monitoru PCM-2 v systému SEOD  
(ČEZ, a. s., 2016d)

#### 1.4 Osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP)

Osobní ochranné pracovní pomůcky pro pobyt a práci v kontrolovaném pásmu slouží k zabránění kontaminace povrchu těla a vniknutí radioaktivních látek do organismu (ČEZ, a. s., 2015b). Jako ochrana proti kontaminaci slouží všechny části OOPP – ponožky, nátlčník, kombinéza. V kontrolovaném pásmu se samozřejmě používají i OOPP z jiných oblastí. Jsou to třeba svářecí kukly, svářecí rukavice. Používají se ovšem takovým způsobem, aby nenarušily funkci OOPP z oblasti radiační ochrany. Hodnocení rizika a rozhodnutí o přidělení doplňkových OOPP na ochranu před kontaminací provádí v kontrolovaném pásmu útvar radiační ochrany provozu na základě aktuální radiační situace, který také doplňkové OOPP osobám vstupujícím do kontrolovaného pásma přiděluje (ČEZ, a. s., 2014b). Dále se OOPP přidělují pracovníkům podle pokynů v R-příkazech. V současné době je na Jaderné elektrárně Temelín nastaven systém, kdy se R-příkaz používá pro každý vstup do kontrolovaného pásma. Použití OOPP v R-příkazu vyplňuje pracovník na funkci přípravář (ČEZ, a. s., 2017).

### 1.4.1 Základní OOPP

Při pobytu v kontrolovaném pásmu používají všechny osoby základní OOPP, včetně účastníků základních školení a osob na mimořádné povolení vstupu do kontrolovaného pásma. Základní OOPP (obr. 5) si každý vstupující do kontrolovaného pásma vezme v samoobslužných regálech v nečistých šatnách BAPP na 3., 4., 5., 6. a 8. podlaží. Použité OOPP se ukládají do skříněk v nečistých šatnách BAPP nebo se před výstupem z kontrolovaného pásma odhazují do sběrných pytlů. Základní OOPP se po použití perou ve speciální prádelně a následně se znovu předávají k použití do šaten v kontrolovaném pásmu. OOPP, boty a přilby (vše žluté barvy) se nesmí z kontrolovaného pásma vynášet. Při pobytu v kontrolovaném pásmu musí být OOPP zapnuté až ke krku (kombinézy, košile) a nesmí se vyhrnovat rukávy a nohavice. V příloze A je přehledně uveden souhrn základních OOPP a podmínky pro jejich použití.



Obr. 5 – Základní OOPP pro práci v kontrolovaném pásmu HVB, BAPP  
(ČEZ, a. s., 2015b)

#### ***1.4.2 Doplnkové OOPP***

Každý, kdo vstoupí do kontrolovaného pásma, je povinen posoudit riziko kontaminace, riziko uvolnění aktivity do ovzduší (aerosoly, plyny) a riziko potřísnění médiiem z technologie. Tato rizika musí před prací zkontrolovat s pracovníky radiační ochrany provozu a vyžádat si vhodné doplňkové OOPP. Doplňkové OOPP se dále přidělují podle pokynů v R-příkazu, podle charakteru práce, podle aktuální radiační situace a podle situace, která může při práci nastat (prašnost, vznik aerosolů, únik aktivního média, rozšíření kontaminace apod.). Doplňkové OOPP se musí používat podle návodu k použití od výrobce. Při nejasnostech o použití doplňkových OOPP jsou uživatelé OOPP povinni se informovat u pracovníků radiační ochrany. Doplňkové OOPP jsou volně k odebrání v regálech v kontejnmentu (za odstavky) a na chodbách v kontrolovaném pásmu (HVB 13,2 m; BAPP02 za přechodovými komorami technického systému fyzické ochrany; BAPP02 obslužné místo u kanceláře směnového mistra primárního okruhu), případně se vydávají na centrální dozorně radiační kontroly a na odstávkových obslužných místech útvaru radiační ochrany provozu. Doplňkové OOPP se používají pouze pro určenou činnost a pouze v určených prostorech. Zejména je zakázáno používat rukavice (včetně textilních) mimo určené pracoviště. Pokud pracovník opomene sundat použité rukavice, může roznést kontaminaci na kliky dveří, zábradlí, žebříky a podobně. Rukavice se nesmí používat pro běžné nošení mimo kontaminované prostory. Po použití se doplňkové OOPP likvidují jako aktivní odpad, výjimkou jsou obličejové dýchací masky, které se v případě kontaminace dekontaminují, a vrací k dalšímu použití (ČEZ, a. s., 2015b).

### 1.4.3 *Obecné charakteristiky doplňkových OOPP*

V následujících odrážkách jsou uvedeny údaje o nejvíce používaných OOPP:

- **Rukavice textilní** – chrání ruce po zápěstí, jsou určeny především pro preventivní ochranu před kontaminací. Nelze je použít do mokrého nebo vlhkého prostředí. Nejsou vhodné pro výstupy po žebřících, kloužou.
- **Rukavice gumové** – (jednorázové vyšetřovací, chirurgické popř. vinylové, nitridové) – chrání ruce po zápěstí, určeny např. pro provádění běžných úklidů nekontaminovaných ploch v kontrolovaném pásmu a pro preventivní ochranu před kontaminací. Lze je použít do mokrého nebo vlhkého prostředí. Jejich výhodou je, že ruce v nich při práci zůstávají citlivé. Nevýhodou těchto rukavic je snadná perforace, nelze je vystavovat většímu namáhání.
- **Rukavice gumové na ochranu proti radioaktivním látkám** – Vital 124, Duomix a Duomix 402, Technimix 415 chrání ruce a zápěstí, jsou určeny pro provádění údržby, kontrol a prací na zařízení jaderné elektrárny, používají se ve vlhkém nebo mokřem prostředí, popřípadě pro práci na zařízení s vysokou úrovní kontaminace. Je nutné rozlišovat především způsob namáhání – rukavice Vital 124 odpovídají sílou úklidovým rukavicím, rukavice Duomix a Technimix jsou určeny pro hrubou práci.
- **Rukavice Vital** – rukavice jsou z přírodního latexu s bavlněnou vystýlkou, mají protiskluzový povrch, vynikající uchopení a pohodlí. Vyhovují směrnici Rady 89/686/EHS o sbližování zákonů týkajících se osobních ochranných prostředků, ve znění směrnic 93/95/EHS a 96/58/ES.
- **Návleky na obuv plastické, nízké** – chrání obuv, zvláště podrážky; jsou vhodné pro běžnou činnost v suchém nebo vlhkém prostředí.
- **Ochranný oděv Tyvek** – je určen k ochraně celého těla kromě obličejové části hlavy, hlava včetně vlasů je chráněná kapucí. Oděv je vyroben z polypropylenu, je velmi lehký, vykazuje dobrou odolnost proti roztržení,

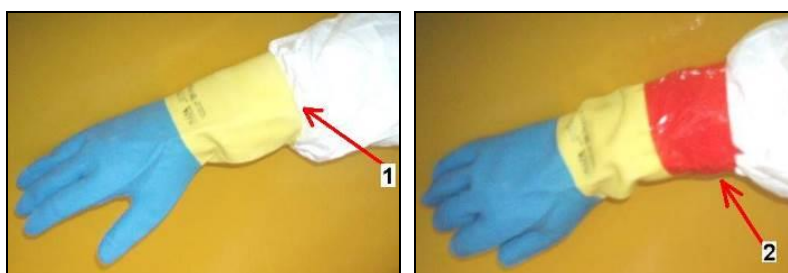


propouští dostatek vzduchu a páry, čímž omezuje tepelný stres. Používá se v suchém prostředí. Má odolnost proti průniku kapalin a chemikálií podle EN 14325, certifikáty typových zkoušek a ověření kvality byly vydány v roce 2006 organizací SGS United Kingdom. Ochrana proti kontaminaci radioaktivním prachem odpovídá EN-1073-2i2002. Obleky Tyvek splňují požadavky na kompletní ochranu těla, definované evropskými normami pro chemické ochranné oděvy.

- **Ochranný oděv Tyvek Tychem** – je určen k ochraně celého těla kromě obličejové části hlavy včetně vlasů, hlava je chráněná kapucí. Je odolný vlhku, vodě částicím, aerosolům a postřiku a je pevnější než Tyvek Classic.
- **Obličejový plexištít** – chrání obličej před potřísněním kapalinou a před odletujícími pevnými částicemi, jako jsou piliny, třísky a špony.
- **Respirátor** – je určen pro osobní ochranu dýchacích orgánů před vdechnutím radioaktivních aerosolů, nechrání před vdechováním aerosolů mikrobiálních, jedovatých plynů nebo výparů, radioaktivních plynů a při nedostatku atmosférického kyslíku.
- **Dýchací celoobličejová maska a filtračně-ventilační jednotka Proflow** – používají se v prostředí s aktivitou ve vzduchu a pro práci na zařízení s vysokou povrchovou kontaminací, podle druhu radioaktivního znečištění (plyny, jód, aerosoly) se používají s příslušnými filtry, nelze je použít v nedýchatelném prostředí (nedostatek kyslíku, výskyt dusíku).

Přehledné souhrny doplňkových OOPP jsou uvedeny ve zmíněné příloze A. Kombinace v těchto uvedených tabulkách jsou vždy minimální povinné a je nutno je rozšiřovat podle konkrétní situace. Při působení více vlivů je nutno volit konzervativní přístup vždy s vyšším stupněm ochrany a brát v úvahu např. zvýšenou prašnost, možnost vzniku aerosolů, možnost výskytu aktivních částic, vznik odpadu při třískovém obrábění a broušení, vlhkost, mokro atd. Nutno klást důraz na respirační ochranu (respirátor, maska) a ochranu zraku a obličeje (brýle, plexištít).

Konkrétní OOPP je nutno volit s ohledem na možnosti jejich použití i z jiných hledisek např. BOZP, možnost použití ve stísněném prostoru, viditelnost, operativnost pohybu pracovníka. Při oblékání a svlékání doplňkových OOPP se musí dodržovat určité postupy, aby nedošlo ke kontaminaci těla v důsledku styku s kontaminovaným povrchem OOPP. Tyto postupy jsou mnohdy celkem složité, nicméně je nutné je přesně dodržovat (ČEZ, a. s., 2015b). Gumové rukavice se natahují vždy nad rukávy kombinézy Tyvek, rukávy se zastrčí dovnitř a pak se přilepí k rukávům lepicí páskou (obr. 6). Kovový pásek na respirátoru je nutné pečlivě vytvarovat tak, aby respirátor dobře dosedl na nos a aby pořádně těsnil, upevňovací pásky respirátoru, obličejového štítu nebo dýchací masky musí být pod kapucí kombinézy. Kapuce kombinézy Tyvek musí být pod přilbou, upevňovací řemínek přilby musí být nad kapucí Tyveku a nesmí kapuci shrnovat (obr. 7).



*Obr. 6 – Použití gumových rukavic (ČEZ, a. s., 2015b)*



*Obr. 7 – Použití respirátoru (ČEZ, a. s., 2015b)*

Identifikační karta, osobní dozimetry, klíče a všechny ostatní předměty musí být schované a zapnuté pod Tyvekem. Jak má vypadat správně upravený pracovník se základními a doplňkovými osobními ochrannými pracovními pomůckami je názorně uvedeno na obr. 8.



Obr. 8 – Použití obleku Tyvek (ČEZ, a. s., 2015b)

### 1.5 Měření kontaminace OOPP a těla na bariérách v kontrolovaném pásmu

Na všech pracovištích s otevřenými radionuklidy musí být v programu monitorování zahrnuto pravidelné monitorování povrchové kontaminace. (Kolektiv autorů, 1998). V Jaderné elektrárně Temelín se kontrola povrchové kontaminace pracovníka provádí na nejbližším dozimetrickém přístroji. Ten je buďto stabilní, nebo přenosný a v případě nutnosti se provede dekontaminace. Při použití doplňkových OOPP jako jsou skafandry, dýchací přístroje, popřípadě Tyvek kombinovaný s prostředky respirační ochrany, je při odkládání potřeba asistence dalšího pracovníka, který musí být vybaven potřebnými OOPP (rukavice, popř. respirátor). Při nejasnosti postupu je nutno se informovat u pracovníků radiační ochrany provozu a postupovat dle pokynů. Použité vratné doplňkové OOPP (zejména dýchací masky) se musí uložit do plastického pytle

nebo zabalit do fólie, požádat pracovníky radiační ochrany provozu o změření kontaminace a dohodnout další postup – provést dekontaminaci v místnosti 109c na BAPP03, odevzdat k dekontaminaci na útvar odpady a dekontaminace (s vystavením žádanky na dekontaminace). Při práci v kontrolovaném pásmu si pracovníci měří kontaminaci OOPP a těla, případně částí těla (rukou) na odstupňovaných bariérách. Tyto bariéry jsou tvořeny měřicími přístroji a určenými vchody, resp. východy. V kontrolovaném pásmu Jaderné elektrárny Temelín se vyskytují 3 bariéry:

- monitory kontaminace rukou a nohou u výstupu z kontejnmentu;
- celotělové monitory u průchodů z HVB k centrální dozorně radiační kontroly;
- celotělové monitory na výstupu z kontrolovaného pásma (výstup z nečisté do čisté šatny).

### ***1.5.1 Měření rukou a nohou před kontejnmentem***

Po výstupu z kontejnmentu je povinnost provést kontrolu kontaminace rukou a nohou na SKRN monitoru. Toto měření slouží pro včasné zjištění kontaminace rukou a bot a tedy jako bariéra proti roznesení kontaminace rukama a rozšlapání po podlahách v ostatních prostorách kontrolovaného pásma (Koláček a kol., 2009).

Pokud pracovník při práci používal OOPP, například rukavice nebo návleky na boty, musí je před odchodem z pracovního místa v kontejnmentu sejmout a vyhodit. Po výstupu z kontejnmentu projde přes černou nášlapnou dekontaminační zónu mimo vaničku (obr. 9), stoupne si na SKRN a načte čárový kód z identifikační karty.

Obě ruce zasune pracovník do SKRN, natáhne prsty tak, aby byly rovně, špičkami prstů zmáčkne spínače. Poté vyčká na signalizaci SKRN. Pokud se rozsvítí nápis „KONTAMINACE NEZJIŠTĚNA“, může odejít. Signalizuje-li SKRN kontaminaci, pracovník odejde do místnosti 922, kde je umývárna,

a provede omytí rukou. Pak provede opětovné změření. Při zjištění kontaminace obuvi pracovník nejdříve očistí obuv v dekovaničce, provede opětovné měření a při nezjištěné kontaminaci odchází. Bude-li opět zjištěna kontaminace, pracovník nasadí na obuv plastové návleky a odchází na centrální dozornu radiační kontroly, kde bude postupovat dle dalších pokynů pracovníků radiační ochrany.



Obr. 9 – Výstup z kontejnmentu (ČEZ, a. s., 2014a)

### **1.5.2 Měření těla v portálu před centrální dozornou radiační kontroly**

Portálové monitory PCM–2 před CDRK (obr. 10) po průchodu komorami fyzické ochrany slouží pro kontrolu kontaminace povrchu OOPP a odkrytých částí těla (Koláček a kol., 2009). Monitory PCM–2 před CDRK mají alarm nastavený na  $3 \text{ Bq/cm}^2$ .

Pracovník projde modrou nášlapnou dekontaminační zónu. Vstoupí do portálu, načte čárový kód i identifikační karty, stoupne si čelem dovnitř, pravou ruku vloží do měřicího otvoru, zasune obě nohy dopředu a dále postupuje podle hlasových pokynů portálu. Účelem měření je umožnit včas a řízeně svléknout a uložit kontaminované OOPP na sběrném místě v havarijní hygienické smyčce, provést dekontaminaci těla umytím v havarijní hygienické smyčce a zabránit tak dalšímu rozšíření kontaminace.



*Obr. 10 – Portálové monitory PCM–2 pro kontrolu kontaminace osob před CDRK – na podlaze je nášlapná dekontaminační zóna (ČEZ, a. s., 2014a)*

### **1.5.3 Měření těla na výstupu z nečisté šatny – na hranici kontrolovaného pásma**

Portálové monitory PCM–2 na výstupu z nečisté šatny slouží pro konečnou kontrolu kontaminace povrchu těla bez oblečení před výstupem z kontrolovaného pásma (obr. 11). Účelem měření je zjistit kontaminaci těla, která byla skrytá pod oblečením a kterou nezměřil portál před CDRK.



*Obr. 11 – Portálové monitory PCM–2 pro kontrolu kontaminace osob na výstupu z nečisté šatny – na hranici kontrolovaného pásma (ČEZ, a. s., 2014a)*

## **2 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY**

Cílem práce je analyzovat dodržování režimových opatření radiační ochrany při práci v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín. Na základě provedené analýzy navrhnout případné možnosti pro jejich zlepšení.

Výzkumné otázky:

1. Jsou stávající režimová opatření pro práci v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín dostačující?
2. Lze přijmout další opatření pro zlepšení stávajícího stavu vzhledem k opakujícím se záchytům osob z důvodu kontaminace?

### 3 METODIKA

K vytvoření bakalářské práce byly využity různé textové prameny. Jako zdroj pro teoretickou část sloužily zejména zákony a vyhlášky České republiky, týkající se oblasti radiační ochrany, a dále interní řídicí dokumentace ČEZ, a. s., jako dokumenty typu metodika a učební materiály – skripta. Během tvorby práce bylo provedeno seřazení a logické seřazení dat. Dále bylo provedeno porovnání údajů o vstupech osob do kontrolovaného pásma a o měření osob na přístrojích pro měření kontaminace uvnitř kontrolovaného pásma a na hranicích kontrolovaného pásma. Dalším souborem analyzovaných dat jsou údaje o množství použitých, nakoupených a vypraných OOPP, které použili pracovníci při práci v kontrolovaném pásmu v průběhu jednotlivých kalendářních roků. Dále jsou použité údaje z databází šetření nestandardních stavů a porušení zásad radiační ochrany, vedené útvarem řízení radiačních rizik Jaderné elektrárny Temelín a z databáze systému sledování událostí a neshod. Pro sběr dat o vstupech do kontrolovaného pásma a o měření kontaminace byla použita SW aplikace SEOD (systém elektronické osobní dozimetrie), který vlastní a provozuje ČEZ, a. s. (blíže viz kap. 1.4). Ze systému elektronické osobní dozimetrie byly vytvořeny exporty dat do formy tabulek, údaje z těchto datových balíčků byly pak ručně zpracovány, seřazené a seřazeny do tabulek v aplikaci MS Excel. Jádro práce tvoří tabulky a grafy, ve kterých byly shrnuty a komentovány údaje o použitých OOPP, průchodech osob přes měřicí bariéry v kontrolovaném pásmu, záchytech kontaminací, ošetření kontaminovaných osob lékařem a vnitřních kontaminací osob. Tabulky a grafy byly sestaveny tak, aby z nich vyplynuly souvislosti mezi provozem kontrolovaného pásma, tj. pohybem osob dovnitř a ven, měření kontaminace na bariérách, používáním OOPP, případy kontaminací pokožky a v návaznosti na tyto statistické údaje rozborů konkrétních událostí – případů nesprávného použití OOPP.



## 4 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou zpracována data ze systému elektronické osobní dozimetrie a účetní data z provozu šaten, hygienických smyček a speciální prádelny do formy tabulek a grafů.

### 4.1 Analýza použití OOPP

Během roku a zejména během odstávek vstoupí do kontrolovaného pásma značné množství pracovníků, pro které je nutno nakoupit odpovídající množství základních i doplňkových OOPP. Tabulka 1 ukazuje údaje, které jsou zpracované na základě dodacích listů k objednaným a nakoupeným OOPP. Je patrné, že v roce 2016 v porovnání s rokem 2013 stouplо množství objednaných bavlněných rukavic o 10 000 kusů, množství obleků Tyvek je na stejném množství (s menšími rozdíly v roce 2014 a 2015). Oproti tomu respirátorů se spotřebovalo v roce 2015 a 2016 o 5 000 kusů méně než v roce 2013 a 2014. Nepatrně se v roce 2016 zvýšilo množství návleků na obuv a to zhruba o 1 000 kusů. Spotřeba gumových rukavic klesla v roce 2016 o 2 000 kusů, spotřeba chirurgických rukavic se naopak navýšila proti roku 2013 a 2014 o 3 000 kusů.

Tab. 1 – Počty nakoupených OOPP (ČEZ, a. s., 2013–2016)

Jednorázové OOPP – po použití se likvidují						
	textilní rukavice	obleky Tyvek	respirátory	návleky na obuv	gumové rukavice	chirurgické rukavice
<b>2016</b>	120 000	2 000	15 000	16 000	6 000	26 000
<b>2015</b>	120 000	2 500	15 000	15 000	8 000	25 000
<b>2014</b>	110 000	2 200	20 000	15 000	8 000	23 000
<b>2013</b>	100 000	2 000	20 000	10 000	8 000	23 000

V porovnání s roky 2013, 2014 a 2015 je zřetelné, že v roce 2016 došlo k nárůstu množství vypraného prádla. Toto bylo ovlivněno převážně tím, že v roce 2016 probíhaly delší odstávky obou bloků. Zásadní změna nastala na konci roku 2014, kdy se bílé pratelné boty nahradily žlutými nepratelnými botami, a postupně se zařazovaly do oběhu. Z protokolů speciální prádely lze usoudit, jak ukazuje tab. 2, že kromě přileb a bot došlo k navýšení ve všech položkách pratelných OOPP.

Tab. 2 – Počty vypraných a vyčištěných OOPP (ČEZ–Energoservis, a. s., 2013–2016)

Pratelné OOPP – po použití se perou nebo čistí ve speciální prádelně + boty spotřeba						
	kombinézy	spodní prádlo	Ponožky	ručníky	Přilby	boty*
<b>2016</b>	58 125	210 000	235 000	210 000	4 000	2 600
<b>2015</b>	49 200	189 700	210 180	198 000	4 000	3 415
<b>2014</b>	41 183	132 441	153 000	171 349	3 400	1 638
<b>2013</b>	41 200	131 500	152 800	154 200	2 900	541

\*) Od konce roku 2014 se boty postupně přestaly prát ve speciální prádelně a začaly být nahrazovány jednorázovými, které se po opotřebení likvidují.

#### 4.1 Záchyty kontaminace na bariérách v kontrolovaném pásnu

Souhrn počtů osob, které vstoupily do kontrolovaného pásma, a případů detekce kontaminace na průchodových bariérách v kontrolovaném pásnu s přístroji pro měření kontaminace ukazuje tabulka 3.

Tab. 3 – Počet vstupů do kontrolovaného pásma a záchytů kontaminace  
(ČEZ, a. s., 2016d)

	osob v KP	průchodů na hranici KP	obuv CDRK	tělo CDRK	obuv hranice KP	tělo hranice KP	ruka hranice KP	noha hranice KP	hlava + krk hranice KP	hrud' + rameno hranice KP	SKRN
<b>2016 leden– srpen</b>	2 078	84 018	580	330	23	103	81	8	7	4	421
<b>2015</b>	2 060	125 861	2 663	1 051	133	180	109	21	23	12	2 498
<b>2014</b>	1 836	130 949	3 446	630	177	223	134	15	30	13	4 412
<b>2013 listopad + prosinec</b>	1 714	13 580	118	18	25	24	17	4	3	1	9

#### Vysvětlivky:

osob v KP = absolutní počet jednotlivců, kteří mají povolení ke vstupu do KP a vstupují do KP opakovaně  
průchodů na hranici KP = počet pohybů do /z KP

obuv CDRK = počet záchytů (kontaminací) obuvi v PCM–2 před CDRK

tělo CDRK = počet záchytů (kontaminací) těla (kombinězy) v PCM–2 před CDRK

obuv hranice KP = počet záchytů (kontaminací) obuvi v PCM–2 na výstupu z KP

tělo hranice KP = počet záchytů (kontaminací) těla v PCM–2 na výstupu z KP

ruka hranice KP = počet záchytů (kontaminací) rukou v PCM–2 na výstupu z KP

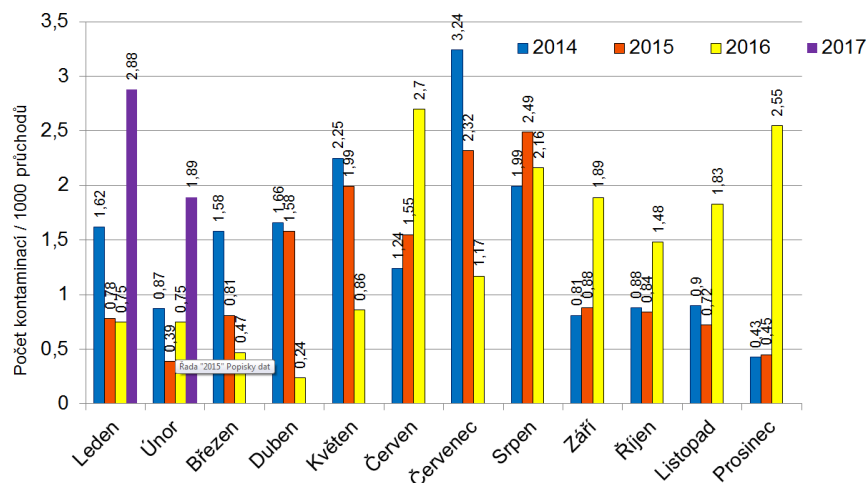
noha hranice KP = počet záchytů (kontaminací) nohou v PCM–2 na výstupu z KP

hlava+krk hranice KP = počet záchytů (kontaminací) v oblasti hlav a krku v PCM–2 na výstupu z KP

hrud'+rameno hranice KP = počet záchytů (kontaminací) v oblasti hrudi a ramen v PCM–2 na výstupu z KP

SKRN = počet záchytů (kontaminací) na monitoru SKRN (ruce–nohy) na výstupu z kontejnmentu

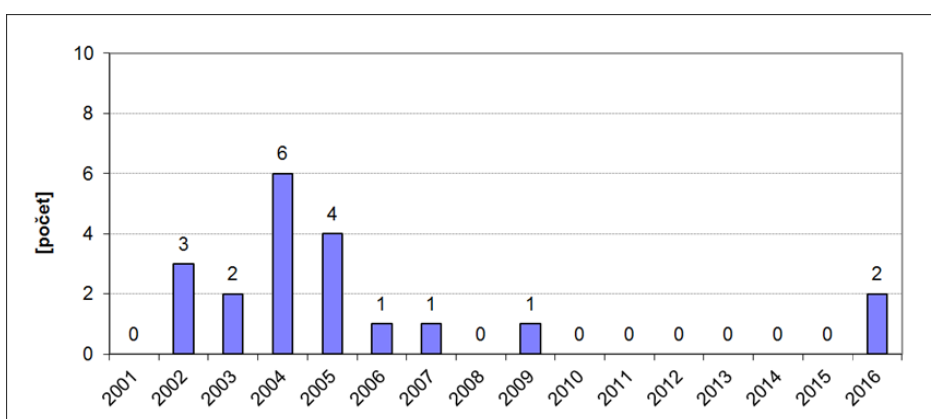
Na obr. 12 je přehled případů kontaminací vztažený na 1 000 průchodů z kontrolovaného pásma. Jedná se o poměr počtu případů detekce kontaminace těla, ruky, pantoflí a hlavy, na každých 1 000 průchodů přes monitor PCM–2 na výstupu z kontrolovaného pásma. Je zde znatelný nárůst vždy v letních měsících (květen až srpen), kdy probíhají odstávky na obou výrobních blocích, a do kontrolovaného pásma vstupuje větší počet osob. V roce 2016 a na začátku roku 2017 je také patrný nárůst, který je způsobený prodloužením odstávky 1. HVB z roku 2016.



Obr. 12 – Poměr počtu osob zachycených v monitoru kontaminace na výstupu z kontrolovaného pásma, vztahený na 1 000 průchodů z KP (Hanzal D., 2017)

#### 4.2 Speciální dekontaminace osob – lékařské ošetření

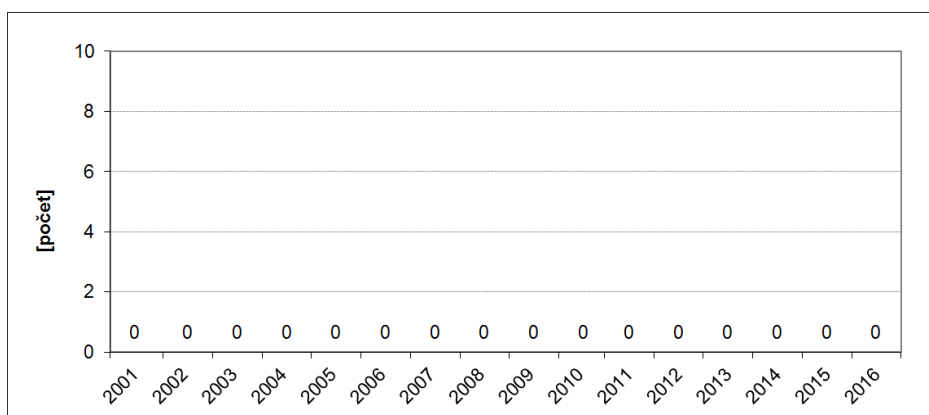
Na obr. 13 jsou znázorněny počty případů kontaminací těla, kdy osoba musela být ošetřena závodním lékařem. To znamená, že k odstranění kontaminace bylo nutné použít speciální lékařské postupy, nejčastěji aplikaci speciálního snímacího krému a zábalu. K odstranění kontaminace z pokožky pak došlo vypočením.



Obr. 13 – Počet speciálních dekontaminací pracovníků (ČEZ, a. s., 2016c)

### 4.3 Vnitřní kontaminace osob

Každá osoba, u které se zjistí kontaminace těla, je odeslána na měření vnitřní kontaminace na monitoru FastScan. V případě signalizace monitoru FastScan se osoba podrobuje spektrometrickému měření na celotělovém počítači. Jako vnitřní kontaminace se bere překročení záznamové úrovně FastScanu. Tato záznamová úroveň je přitom minimální detekovatelnou aktivitou, kterou je FastScan schopen zaznamenat. Záznamová úroveň celotělového počítače je také jeho minimální detekovatelnou aktivitou. Vyšetřovací úroveň je pak stanovena na 2 mSv úvazku efektivní dávky. Počty případů, kdy došlo k překročení záznamové úrovně při vyšetření na vnitřní kontaminaci, jsou také znázorněny v obr. 14. Zde jsou u všech roků hodnoty „0“, avšak právě tyto nuly jsou údaji s jednoznačnou vypovídající hodnotou.



Obr. 14 – Počet případů vnitřní kontaminace – překročení záznamové úrovně na monitoru FastScan (ČEZ, a. s., 2016c)

## 5 DISKUSE

V diskusi je popsána funkce speciální prádelny a doplňování OOPP, jsou diskutovány případy záchytů kontaminace na bariérách v kontrolovaném pásmu, případy speciální dekontaminace osob (tj. s lékařským ošetřením), vnitřní kontaminace osob a porušení zásad při použití OOPP. Z rozboru událostí, kdy došlo ke kontaminaci těla pracovníka, je zřejmé, že takové případy nastávají velice zřídka, a v podstatě vždy se jedná o porušení pravidel pro použití OOPP. Nejdůležitějšími fakty je, že za celou dobu provozu Jaderné elektrárny Temelín nedošlo k žádnému případu, kdy by kontaminace z těla pracovníka nešla odstranit a že nebyl zaznamenán žádný případ vnitřní kontaminace. Dochází také k neúmyslným případům porušení OOPP, např. protržení gumových rukavic o ostrou hranu. Většinou však pracovníci reagují správným způsobem, práci přerušují, požádají dozimetrii o změření postiženého místa a OOPP si vymění.

### 5.1 Analýza použití OOPP

Jaderná elektrárna Temelín má vlastní speciální prádelnu, ve které probíhá praní a čištění použitých základních OOPP, obsluhu prádelny zajišťuje dodavatelská firma. Prádelna je uvnitř kontrolovaného pásma a obsluhu zajišťují radiační pracovníci kategorie A. Mimo praní zajišťuje prádelna také doplňování čistých a nových OOPP do šaten a sběr a třídění použitých OOPP. Každý rok se nakupuje značné množství ochranných bavlněných rukavic, Tyvek obleků, respirátorů, jednorázových návleků na obuv, jednorázových chirurgických rukavic, gumových rukavic Vital a Duo mix. Toto je materiál spotřební, to znamená, že po použití se vyhodí jako odpad. Oproti tomu jsou základní ochranné pomůcky, jako pracovní kombinéza, spodní prádlo, ponožky, pracovní obuv, přilby (vše žluté barvy). Kombinézy, spodní prádlo, ponožky a ručníky se perou v prádelně v kontrolovaném pásmu a také se jedná o značné počty kusů prádla. S praním souvisejí náklady na vodu, prací prostředky, elektrickou energii a platy zaměstnanců. Je zřejmé, že na vybavení pracovníků ochrannými pomůckami se

vynakládá značné množství finančních prostředků. Tyto prostředky vynakládané na pořízení a praní OOPP se mohou zdát vysoké, ale v konečném důsledku díky vynaložení těchto nákladů je systém ochrany pracovníků před kontaminací účinný a vyplatí se. Z analýzy počtu použitých OOPP je dále patrné, že počet použitých OOPP v kontrolovaném pásmu zůstává na stejné výši, s nepatrným navýšením spotřeby návleků na obuv a chirurgických rukavic v roce 2016.

## **5.2 Záchyty kontaminace na bariérách v kontrolovaném pásmu**

Při měření na bariérách v kontrolovaném pásmu dochází nejčastěji k záchytům kontaminace obuvi v portálech před centrální dozornou radiační kontroly. V těchto případech se většinou jedná o překročení alarmové úrovně  $3 \text{ Bq/cm}^2$  a kontaminace obuvi se většinou vyřeší očištěním bot v dekovaničce před portálem. Pouze cca 200 osob ročně musí projít havarijní hygienickou smyčkou, do které se vstupuje v případě detekce kontaminace kombinézy, obuvi nebo těla. Pouze v jednotlivých případech se osoby kontaminují na kůži a musí odstraňovat kontaminaci z těla umytím ve sprše v havarijní hygienické smyčce. Nutno si uvědomit, že tyto záchyty jsou všechny případy kontaminace na podrážkách bot a kombinézách, takže se jedná především o záchyty na bariéře před centrální dozornou radiační kontroly. Ze stotisíců vstupů ročně pak statisticky vychází maximálně 3 záchyty kontaminace na každých 1 000 měření na výstupu z kontrolovaného pásma. Z toho je zřejmé, že prostá dekontaminace obuvi v dekovaničce, výměna OOPP a dekontaminace těla umytím je účinným způsobem odstranění kontaminace. Také je pozitivním faktem, že směnový personál radiační ochrany provozu je velice zkušený a dovede osobám poskytnout odbornou a účinnou pomoc. Po dekontaminaci ve sprše se vždy provádí měření zbytkové kontaminace těla v samostatném měřicím rámu na výstupu z havarijní hygienické smyčky, případně směnový personál provádí zpřesňující měření přenosnými měřicími přístroji. V případě kontaminace (nebo i podezření na kontaminaci) hlavy a obličejové části těla navíc pracovník prochází měřením na

monitoru vnitřní kontaminace FastScan, aby byl zaznamenán případný náznak vniknutí radioaktivních látek do těla.

### **5.3 Speciální dekontaminace osob – lékařské ošetření**

Z praxe je zřejmé, že případy, kdy k odstranění kontaminace bylo nutné použít speciální lékařské postupy, jsou opravdu ojedinělé. Na obr. 13 je dobře vidět situace v letech 2004, 2005, kdy probíhaly první velké odstávky obou bloků, a pracovníci v elektrárně se teprve „učili“ s kontaminací a s OOPP zacházet. Pozitivní je, že v poslední dekádě je počet případů za rok maximálně 2.

### **5.4 Vnitřní kontaminace osob**

Nejdůležitějšími údaji, které vypovídají o funkci a účinnosti systému OOPP a pravidel chování v kontrolovaném pásmu, jsou nulové počty vnitřních kontaminací pracovníků za celou dobu provozu Jaderné elektrárny Temelín. Vnitřní kontaminace se přitom bere jako závažný zdravotní problém, který by byl mimo jiné důkladně prošetřován ze strany dozorných orgánů.

### **5.5 Případy porušení zásad při použití OOPP**

Případy porušení zásad jsou vždy pečlivě šetřeny útvarem radiační ochrany. Provozovatel Jaderné elektrárny Temelín (ČEZ, a. s.) má pro šetření nestandardních událostí zavedený standardizovaný systém, šetření událostí věnuje velkou pozornost a celý tento mechanismus je součástí jeho podnikové kultury a kultury bezpečnosti obecně. V případě zjištění, že kontaminace byla způsobena porušením zásad radiační ochrany, to je nesprávným použitím OOPP, se o případu zpracovává podrobný záznam. V diskusi jsou shrnuty případy z let 2014, 2015, 2016, které byly zaevidovány v Jednotném systému sledování neshod a událostí (JSSNU). Cílem šetření přitom nebývá primárně postihovat osoby, které se porušení dopustily, ale najít příčiny události, vyvodit z nich relevantní závěry a vypracovat opatření a poučení, která se aplikují do praxe.



## **Kontaminace pracovníka, 2014**

Při výstupu z kontrolovaného pásma byl pracovník zachycen portálem povrchové kontaminace PCM–2 s kontaminací v oblasti krku a temene. V R–příkazu byly předepsány doplňkové OOPP (Tyvek, respirátor, gumové rukavice) a zřízení sanitárního uzle. K posouzení je, zda tyto OOPP byly vzhledem k charakteru práce, v tomto případě to byl přímý kontakt s kontaminovaným zařízením, dostatečné. V širším měřítku je pak nutno zvážit, zda byla všechna radiační rizika zohledněna už ve fázi přípravy. Bylo nutné zajistit systémové řešení dostatečné přípravy na práce spojené se zvýšeným radiačním rizikem.

## **Porušení zásad radiační ochrany, 2014**

V průběhu prací v sanitárním uzlu při zpětné montáži horního bloku v GA601 došlo ke kontaminaci horní části těla, zejména části hlavy, krku a pravé části zad a ramene, dále také obličeje. Maximální povrchová kontaminace dle PCM–2 byla  $11,5 \text{ Bq/cm}^2$ . Dekontaminací v havarijní hygienické smyčce bylo dosaženo As méně než  $0,3 \text{ Bq/cm}^2$ . Helma a páska vedoucího práce (VP) po kontrolním měření v CRONOSu a přenosným přístrojem byla odebrána a uložena na centrální dozorně radiační ochrany. Následně při opakovaném měření byla na helmě zjištěna As  $6 \text{ Bq/cm}^2$ . Podle RP 30094954 byly přiděleny OOPP (Tyvek, respirátor, silné gumové rukavice, textilní rukavice a návleky). Vzhledem k povaze kontaminace a kontaminovaným částem těla došlo evidentně k nedostatečnému a nesprávnému použití OOPP a nedodržení zásad radiační ochrany v průběhu prací a při snímání OOPP. V případě tohoto pracovníka se jedná o opakované nedodržení zásad radiační ochrany. Za posledních několik dní (12.–15.5.2015) u něj byla opakovaně zjištěna v PCM–2 před centrální dozornou radiační kontroly kontaminace na kombinéze, zatímco jeho spolupracovníci, kteří byli přihlášení na stejný R–příkaz, procházeli měřením na PCM–2 bez kontaminace OOPP (ČEZ, a. s., 2016e).

## **Porušení zásad radiační ochrany, 2015**

Činnost probíhala na zařízení OTW75P005 a to na pracovní příkaz 31569938–31. Přípravářem byl pracovník z firmy OTES. Činnost probíhala v místnosti č. C176/1. V PassPortu byly práce povoleny bez R–příkazu. Měly být provedeny práce na systému OTW, což jsou kapalné radioaktivní odpady. Při roztěsnění došlo k vytečení zbytku média po zdrenážování. Pracovníci v pracovním příkazu neměli předepsané žádné OOPP, proto použili dle vlastního uvážení pouze gumové rukavice. Při vytékání média došlo k zasažení pracovníka médiem. Zasaženy byly OOPP a obličej. Pracovníci přerušili činnost, okamžitě informovali centrální dozornu radiační kontroly. Na místě řešil stav technik radiační bezpečnosti. Proběhla kontrola radiační situace, kdy byla naměřena povrchová kontaminace  $7 \text{ Bq/cm}^2$  na podlaze. Povrchová kontaminace na zařízení ukazovala hodnotu  $3 \text{ Bq/cm}^2$ , zasaženo bylo  $10 \text{ m}^2$ . Při měření v PCM–2 na průchodu před centrální dozornou radiační kontroly byl změřen pracovník, kde mu byla naměřena kontaminace na OOPP na levém boku a to  $\text{As } 2,15 \text{ Bq/cm}^2$ . Po vysvěcení OOPP v havarijní hygienické smyčce a osprchování byla provedena kontrola radiační situace průchodem přes PCM–2 z havarijní hygienické smyčky. Měření bylo bez zjištění kontaminace. Další pracovník – taktéž mírně zasažen vytékajícím médiem (OOPP + obličej), při průchodu PCM–2 před centrální dozornou radiační kontroly i v havarijní hygienické smyčce byl změřen bez kontaminace. Vyjádření pracovníků k celé situaci bylo takové, že pracovní příkaz byl vystaven bez R–příkazu. Byla provedena zajišťovačka na zdrenážování zařízení. V zařízení nemělo být žádné médium. Při opatrném roztěsnění došlo k mírnému úniku média. Pracovníci provedli opětovné dotažení. Vše bylo nahlášeno na centrální dozornu radiační kontroly (ČEZ, a. s., 2016e).

### **Kontaminace kolen na hranici kontrolovaného pásma, 2016**

Na PCM-2 byli zachyceni pracovníci s kontaminací v oblasti kolen. Dle předběžných výpovědí sdělili, že pracovali vkleče. Prováděli rentgeny svar, poté prováděli dekontaminaci podlahy. Pracovníci po zjištěné kontaminaci prošli dekontaminací v havarijní hygienické smyčce. Kontrolní měření bylo bez kontaminace. Závěr, který z toho vyplynul, byl takový, že je nutné zajistit na Jaderné elektrárně Temelín základní OOPP pro ochranu kolen (ČEZ, a. s., 2016e).

### **Kontaminace pracovníků v oblasti kotníků, 2016**

Na základě pravidelného monitorování kontaminace osob bylo shledáno, že ve dnech 5.6.–8.6. 2016 byla naměřena 7x kontaminace v oblasti kotníku, holeně či lýtka. Dle šetření je u prací spojených s používáním obleku Tyvek a žlutých návleků nedostatečně pokryta ochrana před kontaminací v uvedených oblastech. Metodika 649 o použití OOPP v kontrolovaném pásmu Jaderné elektrárny Temelín pro případy práce v kontaminovaných prostorech uvádí, že při povrchové kontaminaci větší nebo rovné  $30 \text{ Bq/cm}^2$  je nutné použít vysoké návleky na obuv (Tyvek) a oblek Tyvek.

### **Porušení zásad radiační ochrany, 2016**

Při defektoskopických činnostech v 2GA306/1 došlo ke kontaminaci OOPP a kůže. Proběhla opakovaná dekontaminace pracovníka v havarijní hygienické smyčce. Ke kontaminaci došlo v průběhu činnosti, kdy pracovník při práci protrhl rukavici a provedl výměnu OOPP bez umytí rukou a bez následné kontroly kontaminace. (ČEZ, a. s., 2016e).

### **Porušení zásad radiační ochrany, 2016**

Na výstupu z kontejnmentu byla u pracovníka detekována povrchová kontaminace rukou. Následně proběhla dekontaminace v hygienické smyčce. Kontrolní měření vyšlo bez kontaminace. Jako porušení zásad radiační bezpečnosti bylo nepoužití OOPP (ČEZ, a. s., 2016e).

### **Porušení zásad radiační ochrany, 2016**

Na výstupu z kontejnmentu byla u pracovníka detekována povrchová kontaminace rukou, poté na PCM–2 byla zaznamenána kontaminace i na OOPP. Provedená dekontaminace v havarijní hygienické smyčce byla úspěšná pouze částečně. Pracovník byl odeslán na závodní zdravotní středisko k dalšímu postupu odstranění kontaminace z těla. (ČEZ, a. s., 2016e).

### **Porušení zásad radiační ochrany, 2016**

Při tomto porušení radiační bezpečnosti došlo k překročení zásahové úrovně plošné aktivity u osoby na monitoru PCM–2 na výstupu z kontrolovaného pásma Jaderné elektrárny Temelín. Dekontaminace v havarijní hygienické smyčce byla neúspěšná, pracovník byl odeslán na závodní zdravotní středisko (ČEZ, a. s., 2016e).

## **5.6 Nápravná opatření**

Ke každému případu porušení zásad použití OOPP, uvedenému v kap. 5.5, byl vypracován návrh na nápravná opatření. Nápravná opatření jsou pak uváděna do praxe a je sledováno a hodnoceno jejich provedení a plnění.

Nejčastěji byla přijata opatření ve formě rozboru události s dotčeným pracovníkem, vyslání pracovníka na opakovací školení, vyslání pracovníka na monitorování vnitřní kontaminace monitorem FastScan, případně celotělovým počítačem. V závažných případech se pracovníkovi zamezí vstup do

kontrolovaného pásma a dále lze na pracovníka uplatnit i sankci ve formě peněžní pokuty. Dalšími opatřeními jsou poučení přípravařů pracovních příkazů a R-příkazů o způsobu přidělování OOPP. Prakticky aplikovanými opatřeními jsou nákupy nových OOPP, např. na ochranu kolen (nejen z důvodů ochrany kolen, ale i jako prvek znemožňující přímou kontaminaci) a vysokých návleků Tyvek s protiskluzovým ošetřením. (ČEZ, a. s., 2016e).

## **5.7 Odpovědi na výzkumné otázky**

K otázce č. 1 „Jsou stávající režimová opatření pro práci v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín dostačující?“ lze učinit závěr, že systém použití OOPP, respirační ochrany a režimových opatření pro práci v prostředí s výskytem kontaminace je dostatečně účinný, byť se vyskytují nemnohé případy, kdy pracovníci nesprávně použijí OOPP, a to buď z neznalosti anebo z nedbalosti. Tento závěr lze učinit na základě počtů případů, kdy je nutno pro odstranění kontaminace z těla osoby provést lékařský zákrok (řádově max. jednotky případů za rok) a zejména na počtu vnitřních kontaminací osob, který je za celou dobu provozu kontrolovaného pásma roven nule.

Na otázku č. 2 „Lze přijmout další opatření pro zlepšení stávajícího stavu vzhledem k opakujícím se záchytům osob z důvodu kontaminace?“ lze odpovědět takto: V současné době není důvod přijímat razantní opatření pro zlepšení stávajícího stavu, nicméně ČEZ, a. s. plní politiku neustálého hodnocení a hledání cest ke zlepšení. Toto hledání a vývoj se promítá například i do neustálého vývoje procesu školení pro vstup do kontrolovaného pásma. V této oblasti je velký prostor pro vymýšlení a aplikaci nových přístupů a hledání atraktivních způsobů sdělování informací. Je vyvíjena snaha o efektivitu školení v tom smyslu, aby posluchači každý rok nedostávali „zakonzervované“ informace, a neopakovali mechanicky stejné testy.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo analyzovat dodržování režimových opatření radiační ochrany. Po vyhodnocení sestavených tabulek o množství lidí vstupujících do kontrolovaného pásma, o počtech záchyťů z důvodu kontaminace při výstupu z kontrolovaného pásma a následné porovnání mezi naměřenou povrchovou a vnitřní kontaminací je zřejmé, že radiační ochrana v kontrolovaném pásmu v Jaderné elektrárně Temelín je pracovníky dodržována. Nulové hodnoty vnitřní kontaminace po celou dobu provozu elektrárny svědčí o tom, že radiační ochrana je v Jaderné elektrárně Temelín na vysoké úrovni. Z diskutovaných výsledků je patrné, že v současné době není v radiační ochraně potřeba žádných zásadních změn a opatření.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. BENEŠ, P., NOVOTNÁ J., 1998. *Chemie a radiační hygiena prostředí*. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 80–01–01335–9
2. ČEZ a. s., 2016b. Interní řídicí dokument – administrativní provozní předpis *OTAP006 Vstup personálu do kontejnmentu při provozu bloku*
3. ČEZ, a. s., 2013–2016. *Dodací listy k nákupu OOPP*
4. ČEZ, a. s., 2014a. *Skripta pro základní přípravu JE*
5. ČEZ, a. s., 2014b. Interní řídicí dokument – metodika *ČEZ\_ME\_0411 Poskytování a podmínky užívání OOPP, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků v JE*
6. ČEZ, a. s., 2015a. Interní řídicí dokument – metodika *ČEZ\_ME\_0431 Povolení vstupu do KP*
7. ČEZ, a. s., 2015b. Interní řídicí dokument – metodika *ČEZ\_ME\_0649 Použití OOPP v KP ETE*
8. ČEZ, a. s., 2016a. Interní řídicí dokument – metodika *ČEZ\_ME\_0433 Režimová opatření radiační ochrany v ETE*
9. ČEZ, a. s., 2016c. *Zpráva o stavu bezpečnosti jaderných elektráren*
10. ČEZ, a. s., 2016e. *JSSNU – jednotný systém sledování událostí a neshod*. Temelín: software
11. ČEZ, a. s., 2017. Interní řídicí dokument – metodika *ČEZ\_ME\_0429 R–příkaz*
12. ČEZ, Energoservis, a. s., 2013–2016. *Protokoly speciální prádely*
13. ČEZ, a. s., 2011. Interní řídicí dokument – metodika *ČEZ\_ME\_0554 Šetření prováděná v oblasti radiační ochrany*

14. ČEZ, a. s., 2016d. *SEOD – systém elektronické osobní dozimetrie*. Temelín: software
15. Euratom, 2013: Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. In: *Úřední věstník Evropské unie*
16. Guy dle Collongue–F69134 Ecully Cedex, 2006: *Certifikace č. 0072–IFTH–Av*
17. HÁLA, J., 1998. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Konvoj. ISBN 80–85615–56–8
18. HANZAL, D., 2017. *Kontaminace osob je selhání systému nebo pracovníků*. Temelín: Jaderná elektrárna Temelín. Presentace pro vyhodnocení bezpečnostního tématu EDU a ETE
19. IAEA, 1999: Occupational Radiation Protection, Safety Guide No. RS–G–1.1. In: *International Atomic Energy Agency*
20. ICRP, 2007: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, SAGE Publications Ltd. ISBN 978–0702030482
21. KLENER, V., 2000. *Principy a praxe radiační ochrany*. 1. vydání. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, ISBN 8023837036
22. KOLÁČEK, B., PAPAN J., VOKÁLEK J., VOBR J., KAŇKOVSKÝ J., 2009. *Radiační ochrana – ETE – učební texty pro přípravu personálu ČEZ*. Brno: ČEZ – Odbor příprava a výcvik, oddělení přípravy zaměstnanců



23. Kolektiv autorů, 1998. *Ochrana při práci se zdroji ionizujícího záření*. Ostrava: Dům techniky Ostrava s. r. o. ISBN 80–02–01230–5
24. ŠÁRO, Š., TÖLGYESSY, J., 1985. *Rádioaktivita prostředí*. Bratislava: Státní nakladatelství technické literatury, Alfa (nemá ISBN)
25. ULLMAN, V., 2009. *Jaderná a radiační fyzika*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 978–80–7368–669–7
26. URBANČÍK, L., 2015. *Jaderná a radiační bezpečnost provozu českých jaderných elektráren*. 1. vydání. Brno: Vysoké učení technické. ISBN 978–80–214–5238
27. Vyhláška č. 422/2016 Sb. ze dne 14. prosince 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Sbírka zákonů České republiky, částka 6618*
28. Zákon č. 263/2016 Sb. ze dne 14. července 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky, částka 3938*

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>As</b>	povrchová kontaminace
<b>BAPP</b>	budova aktivních pomocných provozů
<b>CDRK</b>	centrální dozorná radiační kontroly
<b>HS</b>	havarijní hygienická smyčka
<b>HVB</b>	hlavní výrobní blok
<b>JSSNU</b>	jednotný systém sledování neshod a událostí
<b>KP</b>	kontrolované pásmo
<b>KTMT</b>	Kontejnment
<b>LMIZ</b>	laboratoř metrologie ionizujícího záření
<b>OOPP</b>	osobní ochranné pracovní pomůcky
<b>PP</b>	pracovní příkaz
<b>RaS</b>	radiační situace
<b>RP</b>	R–příkaz (radiační příkaz)
<b>SKRN</b>	systém kontroly kontaminace ruce–nohy (měřicí přístroj, též HFM monitor)
<b>SU</b>	sanitární uzel
<b>SVJP</b>	sklad vyhořelého jaderného paliva
<b>TRB</b>	technik radiační bezpečnosti – dozimetrista

## **9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK**

Obr. 1 – Znak radiačního nebezpečí na hraničních dveřích kontrolovaného pásma

Obr. 2 – Nápis na hraničních dveřích kontrolovaného pásma

Obr. 3 – Barevné značky na hraničních dveřích kontrolovaného pásma s rozlišením radiační situace – dávkového příkonu

Obr. 4 – Záznam kontaminace osoby v portálovém monitoru PCM–2 v systému SEOD

Obr. 5 – Základní OOPP pro práci v KP HVB, BAPP

Obr. 6 – Použití gumových rukavic

Obr. 7 – Použití respirátoru

Obr. 8 – Použití obleku Tyvek

Obr. 9 – Výstup z kontejnmentu

Obr. 10 – Portálové monitory PCM–2 pro kontrolu kontaminace osob před CDRK

Obr. 11 – Portálové monitory PCM–2 pro kontrolu kontaminace osob na výstupu z nečisté šatny – na hranici KP

Obr. 12 – Poměr počtu osob zachycených v monitoru kontaminace na výstupu z KP vztažený na 1000 průchodů z KP

Obr. 13 – Počet speciálních dekontaminací pracovníků

Obr. 14 – Počet případů vnitřní kontaminace – překročení záznamové úrovně na monitoru FastScan

Tab. 1 – Počty nakoupených OOPP

Tab. 2 – Počty vypraných a vyčištěných OOPP

Tab. 3 – Počet vstupů do KP a záchytů kontaminace

## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A – Základní a doplňkové OOPP a jejich využití

# PŘÍLOHY

## Příloha A – Základní a doplňkové OOPP a jejich využití

ZÁKLADNÍ OOPP			
odst.	STAVEBNÍ OBJEKT / ČÁST KP / OSOBY	OOPP	POZNÁMKA / UPŘESNĚNÍ
1.	<b>HVB</b> <b>BAPP01, BAPP02, BAPP03</b> <b>Spojovací mosty BAPP–HVB</b> <b>Komín BAPP</b> <b>SVJP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ příjmová část při manipulacích s CASTORem s VJP</li> <li>▪ skladovací lodě (m. č. 128, 143) na 0,00 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kombinéza žluté barvy</li> <li>▪ spodní prádlo</li> <li>▪ tričko nebo nátělník žluté barvy</li> <li>▪ ponožky žluté barvy</li> <li>▪ speciální pracovní obuv pro KP</li> <li>▪ při nízkých teplotách pracovní vesta/kabát žluté barvy</li> <li>▪ ochranná přilba <b>žluté</b> barvy s nápisem „KP“ se zapnutým podbradním řemínkem</li> </ul>	<p>Spodní prádlo může být vlastní nebo žluté (odebrané v nečisté šatně). V případě kontaminace vlastního spodního prádla a nutnosti jeho likvidace ČEZ, a. s. neposkytuje náhradu.</p> <p>Přilby se používají v prostorech, které mají označení této povinnosti příkazovou (modrou) značkou.</p> <p>Pro SI a VRB, kteří vstupují do KP HVB přes malou hygienickou smyčku, jsou OOPP uloženy v místnosti A411/1.</p> <p>Do SVJP – skladovací lodě 128 se uvedené OOPP používají až od zavezení 1. CASTORu s vyhořelým palivem.</p>
2.	<b>SVJP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ příjmová část <b>bez manipulací</b> s CASTORem s VJP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pracovní nebo civilní oblečení zakrývající celé tělo</li> <li>▪ uzavřená obuv</li> <li>▪ ochranná přilba <b>libovolné</b> barvy se zapnutým podbradním řemínkem</li> </ul>	<p>Oblečení musí mít dlouhé rukávy a nohavice, jsou zakázány krátké kalhoty, sukně apod.</p> <p>Obuv nesmí mít na podrážkách hroty, hřeby, cvoky, ostré podpatky apod., aby nedošlo k poškození nášlapného detektoru v monitoru Argos.</p> <p>Přilby se používají v prostorech, které mají označení této povinnosti příkazovou (modrou) značkou.</p>
3.	<b>BAPP02</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kanceláře za přechodovými komorami TSFO</li> </ul>	<p>OOPP z odst. 1., lze používat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ otevřenou obuv (sandály) žluté barvy</li> </ul>	
4.	<b>BAPP02</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ prostory <b>před</b> přechodovými komorami TSFO – kanceláře, CDRK, speciální prádelna, LMIZ</li> </ul>	<p>OOPP z odst. 1., lze používat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ otevřenou obuv (sandály) žluté barvy</li> <li>▪ místo kombinézy košili žluté barvy a kalhoty žluté barvy</li> </ul>	
5.	<b>Mimořádné povolení vstupu do KP</b>	<p>OOPP z odst. 1, 2, 3, 4, 6; po konzultaci a schválení útvarem ŘRR lze použít (např. pro VIP osoby):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ civilní oblečení – nutné dlouhé kalhoty</li> <li>▪ plášť žluté barvy</li> <li>▪ polyethylenové protiskluzové návleky na obuv</li> <li>▪ ochranná přilba <b>žluté</b> barvy s nápisem „KP“ se zapnutým podbradním řemínkem</li> </ul>	<p>OOPP jsou k odebrání v návštěvní šatně na 5. patře BAPP02.</p> <p>Při výstupu z KP před měřením kontaminace v PCM–2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ návleky vyhodit do koše v nečisté šatně</li> <li>▪ plášť odložit do pytle pro sběr OOPP v nečisté šatně</li> <li>▪ přilbu odložit do kontejneru pro sběr OOPP v nečisté šatně</li> </ul>
6.	<b>ODK</b> <b>LRKO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pracovní plášť žluté barvy nebo košile žluté barvy</li> <li>▪ kalhoty žluté barvy</li> <li>▪ sandály žluté barvy nebo speciální pracovní obuv pro KP</li> </ul>	

## Příloha A – Základní a doplňkové OOPP a jejich využití – pokračování

DOPLŇKOVÉ OOPP PODLE KONTAMINACE	
RADIČNÍ SITUACE	OOPP – MINIMÁLNÍ POVINNÁ KOMBINACE
$As < 0,3 \text{ Bq/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bez OOPP</li> </ul>
$0,3 \leq As < 3 \text{ Bq/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice, ve vlhkém prostředí gumové nebo gumové na ochranu proti RA látkám<sup>1</sup></li> <li>▪ návleky na obuv nízké plastické<sup>2</sup></li> </ul>
$3 \leq As < 30 \text{ Bq/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám<sup>1</sup></li> <li>▪ návleky na obuv nízké plastické<sup>2</sup></li> </ul>
$30 \leq As < 300 \text{ Bq/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám<sup>1</sup></li> <li>▪ návleky na obuv vysoké (TYVEK)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> <li>▪ respirátor</li> </ul>
$300 \leq As < 3000 \text{ Bq/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu<sup>1</sup></li> <li>▪ návleky na obuv vysoké (TYVEK)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> <li>▪ respirátor, popř. celoobličejová maska s filtry</li> </ul>
$As \geq 3000 \text{ Bq/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám – 2 vrstvy</li> <li>▪ holinky</li> <li>▪ oblek TYVEK Tychem</li> <li>▪ celoobličejová maska s filtry</li> </ul>
<p><sup>1</sup>) při riziku odhalení zápěstí nebo kontaminace rukávů ve stísněných prostorech použít rukávníky</p> <p><sup>2</sup>) při riziku odhalení kotníků nebo kontaminace nohavic ve stísněných prostorech použít vysoké návleky TYVEK</p>	

DOPLŇKOVÉ OOPP PODLE OBJEMOVÉ AKTIVITY AEROSOLŮ / PLYNŮ	
RADIČNÍ SITUACE	OOPP – MINIMÁLNÍ POVINNÁ KOMBINACE
$Av \text{ aerosolů} < 30 \text{ Bq/m}^3$ $Av \text{ plynů} < 3e4 \text{ Bq/m}^3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bez OOPP</li> </ul>
$30 \leq Av \text{ aerosolů} < 300 \text{ Bq/m}^3$ $3e4 \leq Av \text{ plynů} < 1e6 \text{ Bq/m}^3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice<sup>1</sup></li> <li>▪ plastické návleky na obuv<sup>2</sup></li> <li>▪ respirátor</li> </ul>
$Av \text{ aerosolů} \geq 300 \text{ Bq/m}^3$ $Av \text{ plynů} \geq 1e6 \text{ Bq/m}^3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu<sup>1</sup></li> <li>▪ návleky na obuv TYVEK (vysoké)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> <li>▪ celoobličejová maska s filtry</li> </ul>
<p><i>*) s výskytem plynů se předpokládá souběžný výskyt aerosolů a naopak</i></p> <p><sup>1</sup>) při riziku odhalení zápěstí použít rukávníky</p> <p><sup>2</sup>) při riziku odhalení kotníků použít vysoké návleky TYVEK</p>	

## Příloha A – Základní a doplňkové OOPP a jejich využití – pokračování

DOPLŇKOVÉ OOPP PODLE CHARAKTERU PRÁCE	
ČINNOST	OOPP – MINIMÁLNÍ POVINNÁ KOMBINACE
<p><b>pochůzky v KTMT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ provozní režim 1, 2</li> <li>▪ provozní režim 3, 4, 5 po odstavení reaktoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice</li> <li>▪ respirátor</li> </ul> <p>Všichni pracovníci, vstupující do KTMT v R1,2 a dále v R3,4,5 po odstavení reaktoru, jsou povinni používat respirátor, pokud pracovník RO nebo TRB nerozhodne jinak (OTAP006, ČEZ, a. s., 2016 b).</p>
<b>manipulace s použitým prádlem z nečistých šaten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice</li> </ul>
<b>manipulace s použitým prádlem z havarijní hygienické smyčky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice</li> <li>▪ respirátor</li> </ul>
<b>fragmentace a třídění odpadů na BAPP03</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice proti RA látkám</li> <li>▪ respirátor</li> </ul>
<b>reaktor – roztěšňování LKP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu</li> <li>▪ návleky na obuv TYVEK (vysoké)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> <li>▪ celoobličejová maska s reaktorovými filtry</li> </ul>
<b>likvidace čidel KNI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu</li> <li>▪ návleky na obuv TYVEK (vysoké)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> <li>▪ respirátor</li> </ul>
<b>snímání izolací z technologie v KP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu</li> <li>▪ respirátor</li> <li>▪ návleky na obuv TYVEK (vysoké)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> </ul>
<b>úklidové práce v KP HVB, BAPP a SVJP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice</li> </ul>
<p><b>sanitární uzly</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ prostory <u>bez kontaminace</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice<sup>1</sup></li> <li>▪ plastické nízké návleky na obuv<sup>2</sup></li> </ul>
<p><b>práce s CASTOREM s VJP – čištění, montáž teploměrů apod.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ po konečné dekontaminaci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ textilní rukavice, při čištění s použitím kapaliny gumové na ochranu proti RA látkám</li> <li>▪ plastické nízké návleky na obuv (pouze při vstupu na horní víko Castoru)</li> </ul>
<b>dekontaminace CASTORu s VJP v HVB</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu</li> <li>▪ návleky na obuv TYVEK (vysoké)</li> <li>▪ oblek TYVEK</li> <li>▪ respirátor</li> </ul>
<b>řezání, broušení, třískové obrábění, čištění, úpravy povrchů a materiálů, kdy se uvolňují drobné částice (třísky, prach, aerosoly...) v KP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ respirátor</li> </ul>
<b>dekontaminace BMP (GA501)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gumové rukavice na ochranu proti RA látkám + textilní rukavice jako 2. (spodní) vrstvu</li> <li>▪ holinky</li> <li>▪ oblek TYVEK Tychem</li> <li>▪ respirátor</li> </ul>